Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.	30	107–119	München, 31. 12. 1990

Ein verkieseltes Juglandaceen-Holz aus den Elbe-Geröllen von Hoyerswerda (Brandenburg)

Von Alfred Selmeier*)

Mit 8 Abbildungen

Kurzfassung

Ein von Herrn Kurt-E. Balzer, Darmstadt, in den Elbe-Geröllen westlich von Hoyerswerda, Brandenburg (ehemalige DDR), gefundenes Kieselholz gehört zur Familie der Juglandaceae und zeigt anatomisch größte Ähnlichkeit mit *Eucaryoxylon crystallophorum* Müller-Stoll & Madel (1960) emend. Dupéron 1988.

Bis heute sind nur 9 Fossilreste dieser Formgattung bekannt. Sie stammen aus Japan, Ungarn, Frankreich und Deutschland (4 Funde).

Die Beschreibung des Holzes erfolgt nicht mehr nach der seit 1912 eingeführten klassischen Methode (Linnean method), sondern gemäß den Richtlinien des IAWA Committees (Hrsg. Wheeler, Baas & Gasson 1989). Dieser neue Merkmals-Standard (Nummern) ermöglicht die Übertragung vorhandener Holzmerkmale (163 features) auf unterschiedliche, kompatible Datensysteme.

Abstract

A silicified wood from reworked sediments, age probably Tertiary, was collected near Hoyerswerda (Germany). The fossil is fairly well preserved and is attributed to *Eucaryoxylon crystallophorum* Müller-Stoll & Mädel (1960) emend. Dupéron 1988, family Juglandaceae.

A redefinition of the genus *Eucaryoxylon* Müller-Stoll & Mädel 1960 has been suggested by Dupéron (1988). The aim is to include all the fossil woods close to the Recent genus *Carya* because the genus *Caryojuglandoxylon* is too heterogeneous in wood structure.

The anatomical description follows the "IAWA list of microscopic features for hardwood identification" (Wheeler, Baas & Gasson 1989).

Inhalt

---

*) Prof. Dr. A. Selmeier. – c/o Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

1. Einleitung

Mehrere kleine, stark abgerollte Kieselhölzer, „Lausitzer Kieselhölzer", hat Herr Kurt-E. Balzer, Darmstadt, im Februar 1987 bei Hoyerswerda (Brandenburg) gefunden und für eine wissenschaftliche Bearbeitung zur Verfügung gestellt, darunter ein Juglandaceen-Holz.

Über das geologische Alter und die Fundlokalität machte Herr Kurt-E. Balzer freundlicherweise folgende Angaben (persönliche und schriftliche Mitteilungen):

Das Fundgebiet liegt zwischen den Ortschaften Lauta, Torno, Leippe und Schwarzkollm, etwa 8–12 km westlich der Kreisstadt Hoyerswerda. Die Kieselhölzer wurden als Lesesteine auf landwirtschaftlich zum Kartoffelanbau genutzten Flächen gefunden. Es sind zwischen Kiefer-Neuanpflanzungen gelegene LPG-Äcker (LPG: Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft). Das Fundgebiet ist geologisch ausgewiesen als (a) Kies, z. T. auf Geschiebelehm, Bildungen der jüngsten Weichsel-Eiszeit, (b) Moorerde auf Kies, sandiger Humus auf Kies bei nahem Grundwasser (Keilhack, K., Topographische Karte 1: 25000 der Preußisch-Geologischen-Landesanstalt Blatt 2618 Hochenbocka nebst Erläuterungen; 1924).

Die Kieselhölzer liegen im Stromgebiet der ehemaligen „Senftenburger Elbe". Umlagerungen der Elbe-Gerölle und eine Vermischung mit nordischen Geschieben des Lausitzer Urstromtales sind nicht auszuschließen.

2. Laubholz-Bestimmung mit der IAWA List(e) 1989

Die Beschreibung der anatomischen Feinstruktur erfolgt entsprechend den Empfehlungen der „IAWA List of microscopic features for hardwood identification" (IAWA: International Association of Wood Anatomists).

Die holzanatomische Beschreibung von Laubhölzern wurde standardisiert und hinsichtlich der Terminologie verbessert. Mit Hilfe der „IAWA-List(e) 1989" ist erstmals die Möglichkeit gegeben, alle die für eine Holzbestimmung diagnostisch entscheidenden Merkmale in vorgeschriebener Reihung zu erfassen. Insgesamt wurden 216 Merkmale, darunter 163 Merkmale der mikroskopischen Feinstruktur, durch das „IAWA Commitee" (15 Mitglieder aus 9 verschiedenen Ländern) festgelegt.

Jedes der 163 anatomischen Merkmale wurde mit einer Nummer versehen (feature 1–163). Diese Daten sind nicht direkt als Code für ein Computerprogramm gedacht, ermöglichen jedoch nach entsprechender Umsetzung einen Vergleich der Merkmale bei Verwendung unterschiedlicher, kompatibler Datensysteme.

Die Verwendung der „IAWA-List(e) 1989" bei der Bearbeitung von Kieselhölzern wird als großer Fortschritt angesehen. Abschließend sei erwähnt, daß an der North Carolina State University (USA) eine Datenbank für fossile Holzfunde in Vorbereitung ist (E. A. Wheeler).

3. Das Juglandaceen-Holz aus Hoyerswerda

Ordnung Juglandales
Familie Juglandaceae

Eucaryoxylon crystallophorum MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1960

Organgattung: *Eucaryoxylon* MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1960, S. 275–278, Abb. 7–8, Taf. 6, fig. 21–22, Taf. 7, Fig. 23–26

Material: Gut erhalten gebliebenes, verkieseltes Sekundärholz ohne Rinde, stark abgerollt, schwach narbig und allseits glänzend, braun bis dunkelbraun-schwarz, 5,4 cm lang, 2,5 cm breit, Umfang 16,5 cm. Handstücke und Dünnschliffe werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, aufbewahrt. Querschliff 2×2,5 cm, Tangentialschliff 1,8×3,3 cm, Radialschliff 1,5×3 cm; Inventar-Nr. BSP 1990 I 47

Fundort: Etwa 8–12 km westlich von Hoyerswerda (Brandenburg), Lesestein auf Ackerfläche zwischen den Ortschaften Lauta, Torno, Leippe und Schwarzkollm.

Alter: Sekundäre Lagerstätte, vermutlich Tertiär

leg.: KURT-E. BALZER, Darmstadt; Februar 1987

3.1 Anatomische Beschreibung

Diagnose: Sekundäres Dikotyledonen-Holz mit folgenden mikroskopischen Merkmalen (IAWA List(e) 1989):

1, 4, 13, 22, 23, 26, 30, 42, 47, 52, 56 (65), 66, (?70), 78, 86, 87, 97, 108, 115, 136, 156.

Die anatomische Beschreibung der Merkmale erfolgt in der vom „IAWA Commitee" empfohlenen Reihenfolge. Erhalten gebliebene Merkmale der möglichen Strukturen (features 1–163) sind jeweils in Klammern und Fettdruck geschrieben.

Zuwachszonen
Abb. 1–4

Bereits mit bloßem Auge sichtbar (1), Begrenzung der 12 Zonen erkennbar durch abrupten

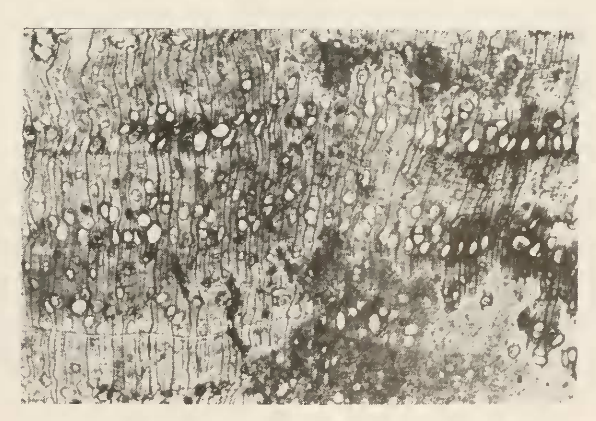


Abb. 1. Querschliff. Halbringporige Gefäßverteilung mit drei Zuwachszonen. 7×.



Abb. 2. Querschliff. Netzförmiges Muster zwischen apotrachealem Axialparenchym und Holzstrahlen (Mitte rechts). 55×.



Abb. 3. Querschliff. Unterschiedliche Gefäßgröße zwischen kleinen Spät- und großen Frühholzporen. 55×.

Wechsel des Gefäßdurchmessers der Spät- und Frühholzporen, Breite aufeinanderfolgender Zonen 1,7–1,8–1,7–1,7–1,7–1,7–1,6–1,4–0,8–1,9 mm.

Gefäße
Abb. 1–5

Halbringporig (4), 1–2–(4) Lagen größerer Frühholzporen, Spätholz ohne besonderes Verteilungsmuster, allmähliche aber deutliche Größenabnahme der Gefäße innerhalb der Zuwachszonen.

Gefäße meist einzeln (53 %; Zählung nach Methode E. A. Wheeler 1986), teils in radialen Gruppen zu 2–3–(6), Einzelgefäße von oval-rundlichem Durchmesser, bei radialer Gruppierung gegenseitig abgeplattet, Gefäßformen durch radiale Stauchung teils etwas deformiert.

Durchbrechungen nur einfach (13), Gefäßtüpfel alternierend (22) mit polygonaler Form (23), Durchmesser der Hoftüpfel 6–11 μm (26), Form der Pori spaltförmig, jedoch nur vereinzelt sichtbar.

Tüpfel zwischen Gefäßen und Holzstrahlparenchym, soweit erhalten, von gleicher Form und Größe wie zwischen Gefäßen (30).

Tangentialer Durchmesser der Einzelgefäße großer Frühholzporen 148–260 (radial 223–288) μm, großer Zwillingsporen 173–248 (radial 173–412) μm, dreizählige Frühholzporen 123–206 (radial 272–338) μm; kleine Einzelgefäße im Spätholz 49–82 μm, Zwillingsporen 82–90 (radial 124–165) μm, drei- und vierzählige Gefäße 66–188 (radial 173–263) μm, fünfzählige Gruppe im äußersten Spätholz tangential maximal 50 μm, radial 173 μm; mittlerer tangentialer Gefäßdurchmesser 156 μm (42).

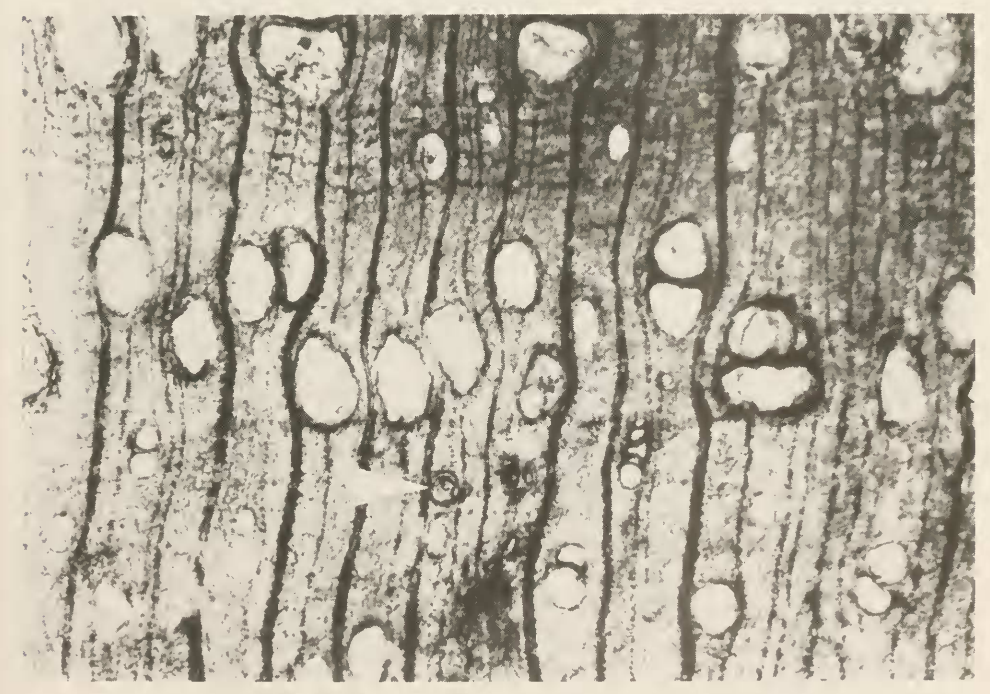


Abb. 4. Querschliff. Zwei Zuwachsgrenzen mit teils undeutlichem Verlauf und Idioblast mit Kristallrest (Pfeil). 55×.

Gefäße pro mm² 7–14, Mittel 11 (Zählmethode nach E. A. WHEELER 1986), **(47)**.
Länge der Gefäßelemente 171–460 μm, Mittel 331 μm, **(52)**.
Thyllen **(56)** dünnwandig, vieleckige Formen (Längsschliffe).



Abb. 5. Tangentialschliff. Drei Gefäßelemente mit einfacher Durchbrechung und Tüpfeln (a). 120×. Alternierend angeordnete Hoftüpfel mit polygonaler Form (b). 240×.

Tracheiden und Holzfasern

Tracheiden nicht erkennbar, Fasern im Tangentialbild teils septiert **(65)**, meist unseptiert **(66)**, verhältnismäßig dickwandig mit engem Lumen (? 70).

Axiales Parenchym
Abb. 2–4

Tangential verlaufende, dunkle apotracheale Parenchymbänder, Bändchen 1–2 (3) Zellen breit **(86)**, kontinuierlich welliger Verlauf, nur stellenweise, vor allem im Spätholz sichtbar, in Kombination mit Holzstrahlen ergibt sich ein netzförmiges Bild **(97)**, radialer Abstand benachbarter Bändchen ca. 40, 60, 80, 100, 140–200 μm, etwa 7–8 Bändchen je mm; Frühholzporen spärlich von Parenchymzellen umgeben **(78)**.

Holzstrahlen
Abb. 6, Abb. 8a

Meist 1–2–(3) Zellen breit **(97)**, Höhe 84–982 μm, Mittel 435 μm; 2reihige Strahlen mit liegenden Zellen und Kantenzellen am häufigsten, daneben Holzstrahlen mit langen, mehr als



Abb. 6. Tangentialschliff. Ein- bis dreireihige Holzstrahlen und einige Idioblasten. 120×.

4reihigen vertikal gedehnten Kantenzellen **(108)**; 11–17 (12) Strahlen je mm **(115)**. Höhe einreihiger Strahlen z. B. 5 Zellen (28 μm), 15 Zellen (400 μm), zweireihig 20 Zellen hoch (325 μm), zweireihiger Holzstrahl mit einreihiger Verlängerung aus 10 Kantenzellen (245 μm) insgesamt 605 μm hoch.

Prismatische Kristalle
Abb. 7a, b; Abb. 8b

Reste prismatischer Kristalle vorhanden **(136)**, vergrößerte, rundliche oft tonnenförmige Zellen (Idioblasten), bereits am Querschliff sichtbar, häufig erhalten in den Längsschliffen **(156)**.



Abb. 7. Radialschlitt. Vertikal gereihte Idioblasten, einzelner Idioblast mit Kristallrest (oben rechts), daneben einreihiges Axialparenchym (a). 320×. Holzstrahl mit Kantenzellen und tonnenförmigem Idioblast (b). 320×.

Anzahl der Idioblasten am Radialschliff (Fläche 1,5×3 cm): Einzeln (41×), vertikal zwei- (21×), drei- (10×), fünfstöckig (1×).

Einzelne Idioblasten mit rundlicher Form, Durchmesser z. B. 70 μm, tonnenförmige Zellen z. B. vertikal 130 μm, radial 52 μm. Zweistöckige Idioblasten z. B. vertikal 155 μm, radial 60 μm. Dreistöckige Formen vertikal 165–225 μm, radial 40–52 μm; fünfstöckige Idioblasten vertikal 235 μm, radial 55 μm.

Idioblasten im Tangentialbild schmal, dreistöckig z. B. vertikal 225 μm, tangential 25 μm.

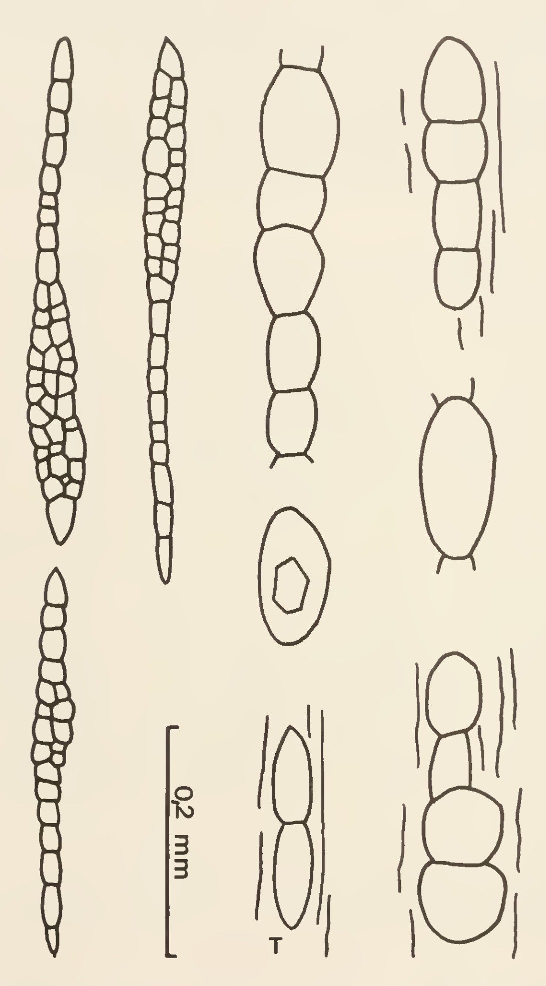


Abb. 8. Tangentialschliff (links). Häufige Form von Holzstrahlen und zwei Idioblasten (T). Radialschliff (rechts). Tonnenförmig vergrößerte Zellen, Idioblasten, vereinzelt mit je einem Kristall.

3.2 Bestimmung

3.2.1 Vergleich mit rezenten Hölzern

Literatur: Barefoot & Hankins (1982), Brazier & Franklin (1961), Carlquist (1988), Dupéron (1988), Greguss (1959), Grosser (1977), Heimsch & Wetmore (1939), IAWA List (1989), Kribs (1927, 1928, 1959), Manchester (1983), Metcalfe & Chalk (1950, 1985), Miller (1976), Müller-Stoll & Mädel (1960), Panshin & Zeeuw (1964), Pearson & Brown (1932), Schweingruber (1978, 1983), Stark (1953), Wagenführ & Scheiber (1985), Wheeler (1986).

Dünnschnittpräparate (Xylothek; Institut für Holzforschung, Universität München): *Carya glabra* (3603, 4415), *C. ovata* (3605), *C. pallida* (196), *C. tomentosa* (8358), *C. sp.* (1355), *Engelhardtia chrysolepis* (3611) und 12 *Juglans*-Arten.

Die Familie der Juglandaceae (8 Gattungen, 61 Arten) bereitet trotz holzanatomischer Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Abgrenzung mancher Gattungen *(Carya, Juglans, Pterocarya)* infolge anatomischer Überschneidungen gewisse Schwierigkeiten.

Anatomische Strukturmerkmale

(1) Zerstreutporige (halbringporige) Gehölze, Gefäßwände und Wände der Fasern $< 3\ \mu$m, kurze 1reihige apotracheale Parenchymbänder; *Juglans*-Arten

(2) Zerstreut-, halbring- und ringporige Gehölze mit teils dickwandigen Gefäßen, darunter *Juglans*- und *Carya*-Arten mit kristallführenden Zellen.

Bestimmungsschlüssel und Abgrenzung: Kribs (1927), Müller-Stoll & Madel (1960), Miller (1976), Manchester (1983), Dupéron (1988).

Folgt man dem Bestimmungsschlüssel für rezente Juglandaceen-Hölzer von Duperon (1988: 274), so führen die Merkmale des Fossilrestes eindeutig zu II. B. 2. b.:

„Parenchyme cristalliféré présent; Cristaux dans de grosses cellules en forme de tonneau, isolées ou en file de 2–3". In Frage kommen nach Dupéron (aktualisierter Bestimmungsschlüssel von Manchester 1983) Arten der Gattung *Carya (C.* spp.).

Tonnenförmige Idioblasten, einzeln sowie zwei- bis dreistöckig sind innerhalb der Längsschliffe mehr als 50× nachweisbar. Diese Form der Kristallzellen weist mit Sicherheit auf *Carya*-Arten hin (Müller-Stoll & Mädel-Angeliewa 1983: 662). Halbringporige *Carya*-Arten asiatischer Herkunft mit nicht extrem dickwandigen Gefäßen kommen für einen Vergleich am ehesten in Frage. Eine volle Übereinstimmung aller Merkmale zwischen Fossilrest, Dünnschnittpräparaten sowie Abbildungen und anatomischen Beschreibungen konnte nicht gefunden werden.

3.2.2 Vergleich mit fossilen Hölzern

Etwa 85 fossile Juglandaceen-Hölzer sind bis heute aus der Literatur bekannt. Jean Dupéron, Laboratoire Paléobotanique et Palynologie évolutives, Université Pièrre et Marie Curie, Paris, hat in jüngster Zeit die Juglandaceen-Hölzer nicht nur lückenlos erfaßt, sondern zusätzlich einer kritischen Revision unterworfen (1988: 251–282; 77 Literaturangaben). Dank dieser Arbeit wird der Vergleich des vorliegenden Fossilrestes mit bereits beschriebenen Formen erheblich erleichtert (Bestimmungsschlüssel „Bois fossiles").

Folgt man diesem Bestimmungsschlüssel (Dupéron 1988: 274), so führen die Merkmale zu II. B. 2. a. und somit zu *Eucaryoxylon* spp.

Um die fossilen Hölzer von *Juglans* (15–30 Arten) und *Carya* (17 Arten) anatomisch abgrenzen zu können, wurden 1960 zwei Formgattungen aufgestellt. Aus heutiger Kenntnislage stehen für die Bestimmung des vorliegenden Fossilrestes folgende 3 Optionen zur Verfügung:

(a) *Eucaryoxylon* Müller-Stoll & Mädel 1960 emend. Dupéron 1988

Halbringporige *Carya*-Arten besonders asiatischer Herkunft mit Kristallidioblasten, Gefäße nicht extrem dickwandig

(b) *Caryojuglandoxylon* Müller-Stoll & Mädel 1960

Juglans- und *Carya*-Arten, Gefäße dickwandig, Kristallkammerschläuche, nicht Idioblasten

(c) *Rhysocaryoxylon* n. gen. Dupéron 1988

Diagnose: Les bois fossile de Juglandaceae: Inventaire et Revision, p. 263. – Nach Meinung von Dupéron ist die Formgattung *Cayryojuglandoxylon* (1960) zu weit gefaßt und sollte nach der Neudefinition von (a) und der Aufstellung von (c) nicht mehr verwendet werden.

Das Kieselholz aus Hoyerswerda (DDR) gehört zweifelsfrei zur Formgattung (a) *Eucaryoxylon* Müller-Stoll & Mädel (1960) emend. Dupéron 1988. Folgende 9 Fossilfunde dieser Formgattung wurden bis heute bekannt und sind anatomisch untersucht (Umbenennung einiger Funde durch Dupéron 1988, Tableau III, berücksichtigt):

E. crystallophorum	Ungarn	Müller-Stoll & Mädel 1960
E. protojaponicum	Japan	Müller-Stoll & Mädel 1960
E. budense	Ungarn	Greguss 1969
E. boureaui	Frankreich	Dupéron 1976
E. sp.	Willershausen	Gottwald 1981
E. guembelii	Wagenhofen	Müller-Stoll & Mädel-Angeliewa 1983
E. moenanum	Neu-Isenburg	Müller-Stoll & Mädel-Angeliewa 1983
E. crystallophorum	Attenfeld	Selmeier 1986
E. sp.	Bergheim	Selmeier 1986

Wegen gewisser Abweichungen bei als bedeutsam angesehenen Merkmalen, z. B. Holzstrahlen 1-4-6reihig bei den Hölzern aus Ungarn (1969), Frankreich, Wagenhofen und Neu-Isenburg, scheiden diese Funde für einen Vergleich aus. Eine große Ähnlichkeit der anatomischen Feinstruktur zeigt dagegen *E. crystallophorum* aus Ungarn (1960) und Attenfeld. Die etwas breiteren Holzstrahlen gegenüber dem vorliegenden Fossil stehen eventuell mit den fast 6 mm breiten Zuwachszonen (Attenfeld) im Vergleich zum Holz aus Hoyerswerda (0,8–1,9 mm) in Beziehung.

Paläoökologische Einflüsse (Biotop, Klima, Wasser, Mineralstoffe, Boden) und die topographische Herkunft des versteinerten Holzstückchens innerhalb des einst lebenden Baumes (Stammhöhe, Mark- oder Rindennähe, Ast, Wurzel) bedingen eine vielfältige Ausprägung der anatomischen Struktur selbst innerhalb einer Art (genetisch bedingte Variabilität).

Das vorliegende Fossilrest mit seinen über 50 erhalten gebliebenen tonnenförmigen Kristallzellen (gros idioblastes en form de tonneau; Dupéron 1988: 263) wird daher zu *Eucaryoxylon cristallophorum* gestellt.

Dank

Herr Kurt-E. Balzer, Darmstadt, hat es ermöglicht, daß das von ihm gefundene Kieselholz bearbeitet werden konnte. Für wertvolle Hinweise sowie für einen schriftlichen Fundbericht habe ich vielmals zu danken. Die Anfertigung der Dünnschliffe übernahm Herr H. Mertel, Fotoarbeiten Herr F. Höck. Herr Dr. D. Grosser, Institut für Holzforschung der Universität München unterstützt seit Jahren die Bestimmung verkieselter Hölzer (Xylothek).

4. Schriftenverzeichnis

Barefoot, A. C. & Hankins, F. W. (1982): Identification of Modern and Tertiary Woods. – 189 S., zahlr. Abb.; Oxford (Clarendon Press).

Brazier, J. D. & Franklin, G. L. (1961): Identification of hardwoods. A microscope key. – VIII + 96 S., 32 Taf.; London (Her Majesty's Stationery Office).

Carlquist, S. (1988): Comparative Wood Anatomy. – 436 S., 101 Abb.; Berlin etc. (Springer-Verlag).

Dupéron, J. (1975): Contribution a l'étude des flores fossiles de l'Angenais. – Unveröff. These, diplome de Docteur de 3[e] Cycle.: 174 S., 32 Abb., 5 Kt., 20 Taf.; Paris (Laboratoire Paléobotanique).

Dupéron, J. (1988): Les bois fossiles de Juglandaceae: Inventaire et Révision. – Rev. Palaeobotany and Palynology, **53**: 252–282, 8 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Amsterdam.

Greguss, P. (1959): Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. – 330 S., 307 Taf. u. Zeichnungen, 6 Tab. (Beilagen). Budapest (Akadémiai Kiadó).

–– (1969): Tertiary angiosperm woods from Hungary. – 151 S., 2 Tab., 93 Taf.; Budapest (Akadémiai Kiadó).

Grosser, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. – 288 S., 87 Abb., 64 Taf., 3 Falttaf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

Heimsch, C. & Wetmore, R. H. (1939): The significance of wood anatomy in the taxonomy of the Juglandaceae. – Amer. J. Bot., **26**(8): 651–660, 21 Abb.; Cambridge (Mass.).

Kribs, D. A. (1927): Comperative anatomy of the woods of the Juglandaceae. – Trop. Woods, **12**: 16–21; New Haven.

–– (1928): The wood of *Carya tonkinensis* H. Lecomte. – Trop. Woods, **16**: 50–52; New Haven.

–– (1959): Commercial Foreign Woods on the American Market. – 203 S., 477 Abb.; Michigan (Edwards Brothers).

Manchester, S. R. (1983): Fossil wood of the Engelhardieae (Juglandaceae) from the Eocene of North America: *Engelhardioxylon* gen. nov. – Bot. Gaz., **144** (1): 157–163, 7 Abb.; Chicago (University).

Metcalfe, C. R. & Chalk, L. (1950): Anatomy of the Dicotyledons. – 1–2: 1–1500, 317 Abb., 6 Tab., 5 Diagr.; Oxford (Clarendon Press).

–– (1985): Anatomy of the Dicotyledons. Wood structure and conclusion of the general introduction, 2. Aufl., II. – 297 S., zahlr. Abb., 11 Taf.; Oxford (Clarendon Press).

Miles, A. (1978): Photomicrographs of world woods. – IV + 233 S., zahlr. Abb.; London (Her Majesty's Stationary Office).

Miller, R. B. (1976): Wood anatomy and identification of species of Juglans. – Bot. Gaz., **137**(4): 368–377, 12 Abb., 3 Tab.; Chicago (University).

Müller-Stoll, W. R. & Mädel, E. (1960): Juglandaceen-Hölzer aus dem Tertiär des pannonischen Bekkens. – Senck. leth., **41** (1–6): 255–295, 13 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Frankfurt a. Main.

Müller-Stoll, W. R. & Mädel-Angeliewa, E. (1983): Fossile Hölzer mit schmalen apotrachealen Parenchymbändern I. Arten aus der Gattung *Eucaryoxylon* Müller-Stoll-Mädel. – Feddes Repertorium, **94**(9–10); 655–667, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Berlin.

Panshin, A. J. & de Zeeuw, C. (1970): Text book of Wood Technology, Vol. 1. – 705 S., zahlr. Abb.; u. Tab.; New York etc. (McGraw-Hill Book Co.).

Pearson, R. S. & Brown, H. P. (1932): Commercial timbers of India, 1. – 548 S., 182 Abb.; Calcutta (Central Publication Branch).

Schweingruber, F. H. (1978): Mikroskopische Holzanatomie. – 226 S., zahlr. Abb.; Teufen AR (F. Flück-Wirth).

–– (1983): Der Jahrring. – 234 S., zahlr. Abb.; Bern u. Stuttgart (Paul Haupt).

Selmeier, A. (1986): Jungtertiäre Juglandaceen – Hölzer aus der Südlichen Frankenalb Bayerns. – Archaeopteryx **1986**: 61–78, 12 Abb.; Eichstätt.

Stark, E. W. (1953): Wood Anatomy of the Juglandaceae Indigenous of the United States. – Station bulletin 595: 3–42, 3 Tab., 3 Taf.; Lafayette, Indiana (Perdue University Agric. Exp. Station).

Wagenführ, R. & Scheiber, C. (1985): Holzatlas. – 720 S., 890 Abb.; Leipzig (VEB).

Watari, S. (1952): Dicotyledonous woods from the Miocene along the Japan-Sea side of Honsyo. – J. Facult. Sci. Univ. Tokyo, III. Bot. 6: 97–134; Tokyo.

Wheeler, E. A. (1986); Vessels per square millimetre or vessel groups per square millimetre ? – IAWA Bull. n. s., Vol. 7(1): 73–74, 1 Abb.; Leiden (Rijksherbarium).

WHEELER, E. A. & BAAS, P. & GASSON, P. E. (1989): IAWA List of microscopic features for hardwood identification. – IAWA Bulletin n. s. 10 (3): 219–332, 190 Figs.; Leiden (Rijksherbarium).